

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 23 498.5

**Anmeldetag:** 23. Mai 2003

**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Elektronischer Schaltkreis zur  
Messgrößenerfassung

**IPC:** G 01 D, G 01 R, G 08 C

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der  
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 19. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Faust

5 13.05.2003 WKL/GGA  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Elektronischer Schaltkreis zur Messgrößenerfassung

10

Die Erfindung betrifft einen elektronischen Schaltkreis zur Messgrößenerfassung, ein Verfahren zum Betreiben einer Korrekturereinrichtung als Komponente des elektronischen Schaltkreises sowie ein Computerprogramm zum Durchführen dieses Verfahrens.

Stand der Technik

Aus dem Stand der Technik sind elektronische Schaltkreise zur Messgrößenerfassung grundsätzlich bekannt. Derartige Schaltkreise weisen üblicherweise mindestens eine Sensoreinrichtung auf zum Bereitstellen eines analogen Messsignals, welches eine von der Sensoreinrichtung erfassten Messgröße repräsentiert. Darüber hinaus weisen derartige elektronische Schaltkreise eine Signalerfassungseinrichtung auf, welche insbesondere im Kraftfahrzeugbereich in der Regel in einem Steuergerät integriert ist. Die Signalerfassungseinrichtung weist üblicherweise einen ersten Analog/Digital-Wandler zum Digitalisieren des analogen Messsignals auf. Darüber hinaus ist diesen elektronischen Schaltkreisen eine Spannungsversorgungseinrichtung zugeordnet zum Bereitstellen einer Versorgungsspannung für sowohl die Sensoreinrichtung wie auch für die Signalerfassungseinrichtung.

Traditionell werden sowohl die Sensoreinrichtung wie auch die Signalerfassungseinrichtung aus derselben Spannungsquelle mit jeweils betraglich gleichen Versorgungsspannungen betrieben, wobei diese Versorgungsspannungen jeweils auch dieselbe Fehlertoleranz beziehungsweise Ungenauigkeit aufweisen. Aufgrund dieser Gleichheit der Ungenauigkeiten in den Spannungsversorgungssignalen spricht man auch von gleichlaufender oder ratiometrischer Spannungsversorgung.

Es ist grundsätzlich davon auszugehen, dass sich die Ungenauigkeiten beziehungsweise Schwankungen in der Versorgungsspannung in der Sensoreinrichtung auch auf das von ihr erzeugte analoge Messsignal auswirken. Aufgrund der nachfolgenden Digitalisierung dieses analogen Messsignals mit einem Analog/Digital-Wandler, welcher mit einer gleichlaufenden, das heißt dieselben Ungenauigkeiten aufweisenden Versorgungsspannung betrieben wird wie die Sensoreinrichtung, werden diese Ungenauigkeiten in dem am Ausgang des Analog/Digital-Wandlers anstehenden digitalisierten Messsignal kompensiert. Schwankungen in der Versorgungsspannung haben also bei traditioneller ratiometrischer Spannungsversorgung von sowohl der Sensoreinrichtung wie auch der Signalerfassungseinrichtung keine Auswirkungen auf das Messsignal. Der Grund dafür liegt darin, dass diese eventuellen Schwankungen gleichermaßen sowohl an der Sensoreinrichtung wie auch an der Signalerfassungseinrichtung auftreten und deshalb nicht auffällig werden beziehungsweise sich herausmitteln.

Zukünftige Steuergeräte beziehungsweise Signalerfassungseinrichtungen werden voraussichtlich mit einer betraglich geringeren Versorgungsspannung als den heute üblichen 5 V betrieben werden. Damit werden auch die

in den Signalerfassungseinrichtungen enthaltenen Komponenten wie Mikrocontroller oder Analog/Digital-Wandler, insbesondere embedded Analog/Digital-Wandler, mit der geringeren Versorgungsspannung, zum Beispiel 3,3 V  
5 betrieben werden. Gleichzeitig werden jedoch zumindest für eine Übergangszeit noch die bisherigen Sensoreinrichtungen weiterverwendet werden, welche nach wie vor mit vorzugsweise 5 V betrieben werden. Dies hat zur Folge, dass unterschiedliche Spannungsquellen für die unterschiedlichen  
10 Versorgungsspannungen für die Sensoreinrichtung und die Signalerfassungseinrichtung bereitgestellt werden müssen. Dabei besteht die große Gefahr, dass die Ratiometrie in der Spannungsversorgung, das heißt die Gleichartigkeit der Ungenauigkeiten der beiden Versorgungsspannungen und damit  
15 auch der oben beschriebene Vorteil der Kompensation der Ungenauigkeiten in dem Messsignal verloren geht. Der Grund dafür ist darin zu sehen, dass die unterschiedlichen Spannungsquellen für die einzelnen Versorgungsspannungen grundsätzlich individuell verschiedene Ungenauigkeiten  
20 bezüglich ihrer Spannungsversorgung aufweisen können.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es die Aufgabe der Erfindung, einen bekannten elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung, ein Verfahren zum Betreiben eines derartigen Schaltkreises sowie ein Computerprogramm zur Durchführung dieses Verfahrens derart weiterzubilden, dass auch bei Versorgung der Sensoreinrichtung und der Signalerfassungseinrichtung mit jeweiligen Versorgungsspannungen von unterschiedlicher Genauigkeit  
30 eine Auswirkung dieser unterschiedlichen Genauigkeiten auf das von der Signalerfassungseinrichtung ausgegebene Messsignal verhindert wird. Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Demnach wird vorgeschlagen, dass die  
35 Signalerfassungseinrichtung eine Korrektureinrichtung

aufweist zum Kompensieren der Auswirkungen der Ungenauigkeiten  $x_1$  und/oder  $x_2$  auf das digitalisierte Messsignal im Ansprechen auf ein digitalisiertes, die Ungenauigkeit der ersten Versorgungsspannung

5 repräsentierendes Spannungssignal und zum Ausgeben eines aus der Kompensation resultierenden kompensierten digitalen Messsignals.

10 Es sei an dieser Stelle besonders betont, dass das analoge Messsignal von der mit der ersten Versorgungsspannung, die eine Ungenauigkeit von  $x_1$  aufweist, betriebenen Sensoreinrichtung bereitgestellt wird. Es erfolgt dann eine Digitalisierung des analogen Messsignals durch den ersten Analog/Digital-Wandler, welcher mit einer zweiten, eine

15 Ungenauigkeit von  $x_2$  aufweisenden Versorgungsspannung betrieben wird.

#### Vorteile der Erfindung

20 Die erfindungsgemäße Korrektureinrichtung bewirkt vorteilhafterweise auch bei unterschiedlichen Ungenauigkeiten  $x_1$  und  $x_2$  der genannten Versorgungsspannungen eine Kompensation der Auswirkungen dieser Ungenauigkeiten in dem Messsignal.

Die Auswirkungen der Ungenauigkeiten beziehungsweise Schwankungen der Versorgungsspannungen bestehen insbesondere in entsprechenden Ungenauigkeiten des Messsignals.

30 Die Korrektureinrichtung ist erfindungsgemäß und vorteilhafterweise in der Weise ausgebildet, dass sie die Berechnung eines Normierungsfaktors  $N$  vorsieht, mit dem das digitalisierte Messsignal multipliziert wird, um das

35 kompensierte digitale Messsignal zu erhalten. Die

Berechnung des Normierungsfaktors  $N$  erfolgt durch eine Division von Werten des digitalisierten Messsignals durch Werte eines digitalisierten Spannungssignals, welches die Ungenauigkeit der ersten Versorgungsspannung, mit welcher  
5 die Sensoreinrichtung betrieben wird, repräsentiert.

Für den Fall, dass die erste Versorgungsspannung zum Betrieb der Sensoreinrichtung betraglich größer ist als die zweite Versorgungsspannung zum Betrieb der  
10 Signalerfassungseinrichtung ist erfindungsgemäß ein vorzugsweise hoch genauer Spannungsteiler vorgesehen, um das Spannungssignal durch Teilung aus der ersten Versorgungsspannung zu generieren. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass das Spannungssignal von den mit der  
15 niedrigeren zweiten Versorgungsspannung betriebenen Komponenten innerhalb der Signalerfassungseinrichtung richtig ausgewertet und verarbeitet werden kann.

Wiederum in den Fällen, dass die Sensoreinrichtung mit  
20 einer betraglich größeren Versorgungsspannung als die Signalerfassungseinrichtung betrieben werden sollte, ist es erforderlich, dass von der Sensoreinrichtung erzeugte analoge Messsignal bezüglich seiner Amplitude zu begrenzen. Diese Begrenzung kann zum einen durch eine in der Sensoreinrichtung vorgesehene  
Kennlinienbegrenzungseinrichtung realisiert werden. Alternativ dazu besteht eine zweite Möglichkeit der Amplitudenbegrenzung für das analoge Messsignal darin, der Sensoreinrichtung ohne Kennlinienbegrenzungseinrichtung  
30 eine Spannungsteilerschaltung nachzuschalten. Diese Spannungsteilerschaltung ist vorzugsweise nicht nur im Hinblick auf eine gewünschte Amplitude des analogen Messsignal, sondern auch im Hinblick auf weitere Erfordernisse wie zum Beispiel Impedanzanpassung an die  
35 Sensoreinrichtung ausgebildet. Natürlich kann eine

Begrenzung der Amplitude des Messsignals auch durch eine Kombination aus Kennlinienbegrenzungseinrichtung und Spannungsteilerschaltung realisiert sein.

- 5 Die oben genannte Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zum Betrieb des elektronischen Schaltkreises zur Messdatenerfassung sowie durch ein Computerprogramm zur Durchführung dieses Verfahrens gelöst. Die Vorteile dieser Lösungen entsprechen den oben mit Bezugnahme auf den elektronischen Schaltkreis genannten Vorteilen.

#### 10 Zeichnungen

- 15 Die Erfindung wird nachfolgend detailliert in Form von verschiedenen Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die der Beschreibung beigefügten Figuren näher erläutert, wobei

20 Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für einen elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung;

Figur 2 den Aufbau einer erfindungsgemäß Korrekturereinrichtung;

Figur 3 ein zweites Ausführungsbeispiel für den elektronischen Schaltkreis;

30 Figur 4a ein erstes Ausführungsbeispiel für eine Spannungsteilerschaltung;

Figur 4b ein zweites Ausführungsbeispiel für die Spannungsteilerschaltung; und

35 Figur 4c ein drittes Ausführungsbeispiel für die Spannungsteilerschaltung

zeigt.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

5

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für den elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung. Er umfasst mindestens eine Sensoreinrichtung 110 zum Bereitstellen eines analogen Messsignals, welches eine von  
10 der Sensoreinrichtung 110 erfasste Messgröße repräsentiert. Weiterhin umfasst der elektronische Schaltkreis eine Signalerfassungseinrichtung 120, welche vorzugsweise in einem Steuergerät zum Beispiel für ein Kraftfahrzeug integriert ist. Diese Signalerfassungseinrichtung 120  
15 umfasst insbesondere einen ersten Analog/Digital-Wandler 121 zum Digitalisieren des von der Sensoreinrichtung 110 bereitgestellten analogen Messsignals. Darüber hinaus umfasst der elektronische Schaltkreis eine Spannungsversorgungseinrichtung 130 mit einer ersten  
20 Spannungsquelle 132 zum Bereitstellen einer ersten Versorgungsspannung VS1 für die Sensoreinrichtung 110, wobei diese erste Versorgungsspannung VS1 mit einer Ungenauigkeit, das heißt insbesondere mit  
Spannungsschwankungen von  $x_1$ , vorzugsweise angegeben in Prozent, behaftet ist. Darüber hinaus umfasst die Spannungsversorgungseinrichtung eine zweite Spannungsquelle  
134 zum Bereitstellen einer zweiten Versorgungsspannung VS2, welche mit einer Ungenauigkeit von  $x_2$ , vorzugsweise ebenfalls angegeben in Prozent, behaftet ist.

30

Erfindungsgemäß umfasst die Signalerfassungseinrichtung 120 weiterhin eine Korrektureinrichtung 127. Diese dient zum Kompensieren der Ungenauigkeiten  $x_1$  und/oder  $x_2$  beziehungsweise von deren Auswirkungen in dem  
35 digitalisierten Messsignal. An ihrem Ausgang erzeugt diese



Korrektureinrichtung dann ein kompensiertes digitales Messsignal M.

Der Aufbau und die Funktionsweise der Korrektureinrichtung 127 sind in Figur 2 veranschaulicht. Demnach umfasst die Korrektureinrichtung ein erstes Speicherelement 127a, zum Beispiel ein Register, zum Abspeichern von aktuellen Ausgangswerten des ersten Analog/Digital-Wandlers 121, das heißt von aktuellen Werten des digitalisierten Messsignals. Weiterhin umfasst die Korrektureinrichtung 127 ein zweites Speicherelement 127b, zum Beispiel ein zweites Register zum Abspeichern von aktuellen Werten eines digitalisierten Spannungssignals, welches die Ungenauigkeit  $x_1$  der ersten Versorgungsspannung  $VS_1$  repräsentiert. "Aktuelle Werte" meinen in beiden Fällen Werte zum Zeitpunkt  $n$ . Die Inhalte des ersten und des zweiten Speicherelements 127a und 127b zum Zeitpunkt  $n$  werden einer Normierungseinrichtung 127d zugeführt. Die Normierungseinrichtung 127d berechnet aus diesen Eingangswerten einen Normierungsfaktor  $N$ , indem sie den Inhalt des ersten Speicherelementes 127a zum Zeitpunkt  $n$  durch den Inhalt des zweiten Speicherelementes 127b zum Zeitpunkt  $n$  dividiert. Der auf diese Weise berechnete Normierungsfaktor  $N$  wird nachfolgend mit dem Inhalt des ersten Speicherelementes 127a zum Zeitpunkt  $n$  mit Hilfe einer Multiplikationseinrichtung 127c multipliziert, um auf diese Weise das kompensierte digitalisierte Messsignal  $M$  zu erhalten. Das ebenfalls in der Korrektureinrichtung 127 vorgesehene Verzögerungselement 127e dient dazu, die Aufschaltung des Inhaltes des ersten Speicherelementes 127a auf die Multiplikationseinrichtung 127c so lange zu verzögern, bis der zugehörige Normierungsfaktor  $N$  berechnet worden ist.

Die bisher gemachten Aussagen zum Aufbau des elektronischen Schaltkreises gemäß Figur 1 und zum Aufbau der

Korrektureinrichtung 127 gemäß Figur 2 betreffen alle Ausführungsbeispiele der Erfindung gleichermaßen.

5 Nachfolgend werden die Unterschiede zwischen den einzelnen Ausführungsbeispielen des Schaltkreises näher beschrieben.

10 So zeigt Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel des elektronischen Schaltkreises, genauer gesagt ein erstes Ausführungsbeispiel zur Bereitstellung des Spannungssignals U, welches die Ungenauigkeit  $x_1$  der ersten Versorgungsspannung VS1 repräsentiert. Für den Fall, dass die erste Versorgungsspannung VS1 betraglich größer als die zweite Versorgungsspannung VS2 ist, sieht das in Figur 1 gezeigte erste Ausführungsbeispiel vor, dass das

15 Spannungssignal U mit Hilfe eines vorzugsweise hoch genauen Spannungsteilers R1, R2 realisiert wird, der zwischen die erste Versorgungsspannung VS1 und Masse geschaltet ist. Das Spannungssignal U wird dabei an der Verbindung 140 zwischen den in Reihe geschalteten Widerständen oder Impedanzen R1, R2 zunächst in analoger Form abgegriffen. Das analoge

20 Spannungssignal wird nachfolgend durch einen zweiten Analog/Digital-Wandler 122 in das Spannungssignal U digitalisiert. An dieser Stelle ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass sowohl das analoge wie auch das digitalisierte Spannungssignal die Ungenauigkeit  $x_1$  der ersten Versorgungsspannung VS1 repräsentiert. Es ist weiterhin wichtig zu beachten, dass der zweite Analog/Digital-Wandler 122 genau wie der erste

30 Analog/Digital-Wandler 121 mit der zweiten Versorgungsspannung VS2, welche eine Ungenauigkeit von  $x_2$  aufweist, betrieben wird. Das auf diese Weise berechnete digitalisierte Spannungssignal U wird nachfolgend in die Korrektureinrichtung 127, genauer gesagt in das zweite Speicherelement 127b eingelesen und dann wie oben unter

35 Bezugnahme auf Figur 2 beschrieben, weiter verarbeitet.

Neben dem soeben beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel zur Erzeugung des Spannungssignals U beschreibt Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel zur Realisierung einer

5 Spannungsbegrenzung des von der Sensoreinrichtung 110 bereitgestellten analogen Messsignals. Eine Begrenzung der Amplitude dieses Messsignals ist deswegen erforderlich, weil die erste Versorgungsspannung VS1 als betraglich größer als die zweite Versorgungsspannung VS2 vorausgesetzt

10 wird, mit der die Signalerfassungseinrichtung 120 betrieben wird, in welcher das analoge Messsignal weiter verarbeitet werden soll. Gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erfolgt die Spannungsbegrenzung durch eine der Sensoreinrichtung 110 zugeordnete Kennlinienbegrenzungseinrichtung 112. In

15 der Verbindungsleitung zwischen dem Ausgang der Sensoreinrichtung 110 und dem ersten Analog/Digital-Wandler 121 ist dann in der Regel lediglich ein Widerstand R zur Strombegrenzung oder zur Impedanzanpassung erforderlich.

20 Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel zur Bereitstellung des digitalisierten Spannungssignals U und ein zweites Ausführungsbeispiel zur Realisierung der erforderlichen Spannungsbegrenzung für das analoge Messsignal.

Gemäß Figur 3 kann das digitalisierte Spannungssignal U auch in der Weise realisiert werden, dass die zweite Versorgungsspannung VS2 mit der Ungenauigkeit  $x_2$  mit Hilfe eines zweiten Analog/Digital-Wandlers 122' digitalisiert wird. Dabei ist es wichtig, dass dieser zweite

30 Analog/Digital-Wandler 122' mit der ersten Versorgungsspannung VS1, welche die Ungenauigkeit  $x_1$  aufweist, betrieben wird. Der zweite Analog/Digital-Wandler kann zum Beispiel in einer zweiten Signalerfassungseinrichtung 120' vorgesehen sein, wobei

35 diese zweite Signalerfassungseinrichtung vorzugsweise

zusammen mit der ersten Signalerfassungseinrichtung 120 in dem Steuergerät integriert ist. Dieses zweite Ausführungsbeispiel zur Realisierung des digitalisierten Spannungssignals U bietet den Vorteil, dass mit dem zweiten Analog/Digital-Wandler 122' auf eine eventuell ohnehin vorhandene Komponente zurückgegriffen werden kann und dann auf den relativ teuren, weil hoch präzisen Spannungsteiler R1, R2 verzichtet werden kann.

Weiterhin offenbart Figur 3 eine alternative Möglichkeit zur Realisierung der Spannungsbegrenzung des analogen Messsignals. Gemäß Figur 3 erfolgt diese Begrenzung durch ein zwischen dem Ausgang der Sensoreinrichtung 110 und dem Eingang des Analog/Digital-Wandlers 121 vorgesehene Teilerschaltung 140. Bei diesem zweiten Ausführungsbeispiel ist die gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel vorgesehene Kennlinienbegrenzung 112 grundsätzlich entbehrlich.

Die Figuren 4a, 4b und 4c zeigen verschiedene Varianten für die Ausgestaltung der Spannungsteilerschaltung 140.

So zeigt Figur 4a eine erste Variante, bei welcher die Spannungsteilerschaltung 140 lediglich einen einfachen Spannungsteiler bestehend aus den Widerständen R3' und R4' aufweist. Diese beiden Widerstände R3' und R4' sind gegenüber dem Ausgang der Sensoreinrichtung 110 in Reihe nach Masse geschaltet. Sie sind so dimensioniert, dass an ihrem Mittelabgriff 142' die geteilte analoge Messspannung abgreifbar ist, deren Maximalamplitude betraglich der zweiten Versorgungsspannung VS2 entspricht. Anstelle dieser beiden separaten Widerstände R3' und R4' kann selbstverständlich auch ein einstückiger Widerstand mit Mittelabgriff verwendet werden. Dies bietet Vorteile bei der Tolerierung beziehungsweise bei der Genauigkeit des Abgriffs.

Bei einer in Figur 4b gezeigten zweiten Variante zur Ausgestaltung der Spannungsteilerschaltung 140'' haben die Widerstände beziehungsweise Impedanzen R3'', R4'' dieselbe Funktion wie die Widerstände R3' und R4' bei der ersten Variante. Im Unterschied zur ersten Variante sieht die zweite Variante jedoch zusätzlich einen parallel zum Ausgang der Sensoreinrichtung 110 geschalteten Widerstand R5'' vor. Dieser dient zur Impedanzanpassung.

Für Sensoreinrichtungen, deren Ausgangsstufe mit einem Pull-up-Widerstand betrieben werden müssen, ist die dritte Variante für die Spannungsteilereinrichtung 140''' vorgesehen. Auch hier erfüllen die Widerstände R3''' und R4''' dieselbe Spannungsteilerfunktion wie sie bereits oben unter Bezugnahme auf die Variante 1 beschrieben wurde. Zusätzlich ist jedoch ein Pull-up-Widerstand R5''' vorgesehen, welcher mit seinem einen Ende zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung 110 und den Widerstand R3''' und mit seinem anderen Ende an eine Spannung VP, zum Beispiel VS1, gelegt ist.

Die Spannungsbegrenzung, sei es in Form der Kennlinienbegrenzungseinrichtung 112 oder in Form einer der Varianten für die Spannungsteilerschaltung 140, ermöglicht, dass die bisherigen Sensoreinrichtungen mit ihrem bisherigen Versorgungsspannungsniveau auch weiterhin verwendet werden können, wenn die Signalerfassungseinrichtungen mit einem niedrigeren Versorgungsspannungsniveau betrieben werden.

Der oben beschriebene Aufbau beziehungsweise die soeben beschriebene Funktionsweise der Korrektureinrichtung 127 wird vorzugsweise mit Hilfe eines Computerprogramms realisiert. Dieses Computerprogramm besitzt vorzugsweise

einen Programmcode, welcher geeignet ist, das beschriebene Verfahren zur Kompensation des digitalen Messsignals durchzuführen, wenn er auf einer Recheneinrichtung, insbesondere einem Mikrocontroller eines Steuergerätes ausgeführt wird. Der Programmcode umfasst dann insbesondere die Berechnung des Normierungsfaktors  $N$  aus den Inhalten des ersten und des zweiten Speicherelements 127a, 127b zum Zeitpunkt  $n$  sowie die nachfolgende Multiplikation des Normierungsfaktors  $N$  mit dem Inhalt des ersten Speicherelementes 127a zum Zeitpunkt  $n$ . Im Falle einer solchen Softwarerealisierung ist es möglich, dass das Computerprogramm beziehungsweise der Programmcode gegebenenfalls zusammen mit weiteren Computerprogrammen für die Signalerfassungseinrichtung auf einem computerlesbaren Datenträger abgespeichert ist. Bei dem Datenträger kann es sich um eine Diskette, eine Compact-Disc (sogenannte CD) einen Flash-Memory, ein EPROM oder ein EEPROM handeln. Das auf dem Datenträger abgespeicherte Computerprogramm kann dann als Produkt an einen Kunden verkauft werden. Außerdem ist es im Fall einer Softwarerealisierung möglich, dass der Programmcode gegebenenfalls zusammen mit weiteren Computerprogrammen ohne die Zuhilfenahme eines Datenträgers über ein elektronisches Kommunikationsnetzwerk, insbesondere das Internet an einen Kunden übertragen und verkauft wird.

5 13.05.2003 WKL/GGA  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Ansprüche

1. Elektronischer Schaltkreis zur Messgrößenerfassung,  
umfassend:

- 15 - mindestens eine Sensoreinrichtung (110) zum  
Bereitstellen eines analogen Messsignals, welches  
eine von der Sensoreinrichtung (110) erfasste  
Messgröße repräsentiert;
- 20 - eine Signalerfassungseinrichtung (120) mit einem  
ersten Analog/Digital-Wandler (121) zum  
Digitalisieren des analogen Messsignals; und
- 25 - eine Spannungsversorgungseinrichtung (130) mit  
einer ersten Spannungsquelle (132) zum  
Bereitstellen einer ersten Versorgungsspannung  
(VS1) für die Sensoreinrichtung (110) mit einer  
Ungenauigkeit x1 und mit einer zweiten  
Spannungsquelle (134) zum Bereitstellen einer  
30 zweiten Versorgungsspannung (VS2) für die  
Signalerfassungseinrichtung (120) mit einer  
Ungenauigkeit x2; wobei sich die Ungenauigkeiten  
x1, x2 auf das Messsignal übertragen,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Signalerfassungseinrichtung (120) eine Korrektoreinrichtung (127) aufweist zum Kompensieren der Auswirkungen der Ungenauigkeiten  $x_1$  und/oder  $x_2$  auf das digitalisierte Messsignal im Ansprechen auf ein digitalisiertes, die Ungenauigkeit  $x_1$  der ersten Versorgungsspannung repräsentierendes Spannungssignal (U) und zum Ausgeben eines aus der Kompensation resultierenden kompensierten digitalisierten Messsignals (M).

2. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektoreinrichtung (127) aufweist:

- ein erstes Speicherelement (127a) zum Abspeichern von Ausgangswerten des ersten Analog/Digital-Wandlers (121),
- ein zweites Speicherelement (127b) zum Abspeichern von Werten des digitalisierten Spannungssignals (U),
- eine Normierungseinrichtung (127d) zum Bereitstellen eines aus den Inhalten der beiden Speicherelemente (127a, 127b) abgeleiteten Normierungsfaktors (N), welcher ein Komplement zu den Ungenauigkeiten  $x_1$  und/oder  $x_2$  repräsentiert; und
- eine Multiplikationseinrichtung (127c) zum Erzeugen des kompensierten digitalisierten Messsignals (M) durch Multiplizieren des Inhaltes des ersten Speicherelementes (127a) mit dem Normierungsfaktor N, wobei der Inhalt des ersten Speicherelementes um die Zeitdauer, welche für die Berechnung des Normierungsfaktors N durch das



Verzögerungselement (127e) verzögert auf die Multiplikationseinrichtung (127c) gegeben wird.

3. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Normierungsfaktor N von der
- 5 Normierungseinrichtung (127d) wie folgt berechnet wird:

$$N = \frac{\text{Inhalt des ersten Speicherelementes}}{\text{Inhalt des zweiten Speicherelementes}}.$$

4. Elektronischer Schaltkreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, gekennzeichnet durch - wenn die erste Versorgungsspannung (VS1) größer als die zweite Versorgungsspannung (VS2) ist -

15 eine erste Spannungsteilerschaltung (R1, R2) zum Erzeugen des die Ungenauigkeit  $x_1$  der ersten Versorgungsspannung (VS1) repräsentierenden Spannungssignals (U) durch Teilen der ersten Versorgungsspannung (VS1), vorzugsweise in einem solchen Verhältnis, dass das Spannungssignal (U) betraglich der zweiten Versorgungsspannung (VS2) entspricht; und

20 einen zweiten, mit der zweiten Versorgungsspannung (VS2) betriebenen Analog/Digital-Wandler (122) zum Digitalisieren des Spannungssignals (U), wobei der zweite Analog/Digital-Wandler (122) vorzugsweise der Signalerfassungseinrichtung (120) zugeordnet ist.

5. Elektronischer Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine zweite, mit der ersten
- 25 Versorgungsspannung (VS1) betriebenen Signalerfassungseinrichtung (120'), umfassend einen dritten Analog/Digital-Wandler (122') zum Erzeugen des die Ungenauigkeit  $x_1$  der ersten Versorgungsspannung (VS1) repräsentierenden Spannungssignals (U) durch Digitalisieren
- 30 der zweiten Versorgungsspannung (VS2), wobei der dritte

Analog/Digital-Wandler (122') ebenfalls mit der ersten Versorgungsspannung (VS1) betrieben wird.

5 6. Elektronischer Schaltkreis nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass - wenn die erste Versorgungsspannung (VS1) größer als die zweite Versorgungsspannung (VS2) ist - die Sensoreinrichtung (110) eine Kennlinienbegrenzungseinrichtung (112) aufweist zum Begrenzen der Ausgangsspannung der Sensoreinrichtung (110) auf den Betrag der zweiten Versorgungsspannung (VS2).

10 7. Elektronischer Schaltkreis nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch eine zweite Spannungsteilerschaltung (140', 140'' und 140''') zum Teilen des von der Sensoreinrichtung (110) bereitgestellten Messsignals, bevor dieses auf den ersten Analog/Digital-  
15 Wandler (121) ausgegeben wird.

8. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Spannungsteilerschaltung (140') einen zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung  
20 (110) und Masse geschalteten Spannungsteiler (R3', R4') aufweist, von dem ein Abgriff (142') auf den Eingang des ersten Analog/Digital-Wandlers (121) der Signalerfassungseinrichtung (120) geschaltet ist.

9. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Spannungsteilerschaltung (140'') eine zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung (110) und Masse geschaltete Pull-down-Impedanz (R5'') und parallel dazu einen Spannungsteiler (R3'', R4'') aufweist, von dem ein Abgriff (142'') auf den Eingang des ersten  
25 Analog/Digital-Wandlers (121) geschaltet ist.  
30

10. Elektronischer Schaltkreis nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Spannungsteilerschaltung

(140''') einen zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung (110) und die erste Versorgungsspannung (VS1) geschalteten Pull-up-Widerstand (R5''') und einen zwischen den Ausgang der Sensoreinrichtung (110) und Masse geschalteten

5 Spannungsteiler (R3''', R4''') aufweist, von dem ein Abgriff (142''') auf den Eingang des ersten Analog/Digital-Wandlers (121) der Signalerfassungseinrichtung (120) geschaltet ist.

10 11. Verfahren zum Betreiben eines elektronischen Schaltkreises zur Messdatenerfassung nach Anspruch 1, insbesondere zum Betreiben von dessen Korrekturereinrichtung zum Kompensieren von Ungenauigkeiten  $x_1$  und/oder  $x_2$  in einem digitalisierten Messsignal, umfassend die Schritte:

- 15 - Speichern eines Wertes des digitalisierten Messsignals (M) zum Zeitpunkt  $n$ ;
- Speichern eines Wertes einer Ungenauigkeit  $x_1$  einer ersten Versorgungsspannung (VS1) repräsentierenden Spannungssignals (U) zum Zeitpunkt  $n$ ;
- 20 - Berechnen eines Normierungsfaktors  $N$  durch Dividieren des Wertes des digitalisierten Messsignals durch den Wert des Spannungssignals (U) jeweils zum Zeitpunkt  $n$ ; und
- 25 - Erzeugen eines kompensierten digitalen Messsignals (M) durch Multiplizieren des Normierungsfaktors  $N$  mit dem Wert des digitalisierten Messsignals zum Zeitpunkt  $n$ .

30 12. Computerprogramm für einen elektronischen Schaltkreis zur Messdatenerfassung, **gekennzeichnet durch Programmcode**, welcher geeignet ist, das Verfahren nach Anspruch 11 durchzuführen, wenn er auf einer Recheneinrichtung,

insbesondere einem Mikrocontroller in einem Steuergerät,  
ausgeführt wird.

13. Programmcode nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Programmcode auf einem computerlesbaren

5 Datenträger gespeichert ist.

5

13.05.2003 WKL/GGA  
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Elektronischer Schaltkreis zur Messgrößenerfassung

Zusammenfassung

15 Die Erfindung betrifft einen elektronischen Schaltkreis zur  
Messdatenerfassung mit einer Sensoreinrichtung zum  
Bereitstellen eines analogen Messsignals und einer  
Signalerfassungseinrichtung (120) mit einem ersten  
Analog/Digital-Wandler zum Digitalisieren des analogen  
20 Messsignals. Unterschiede in den Schwankungen der  
Versorgungsspannungen, mit denen die Sensoreinrichtung und  
die Signalerfassungseinrichtung gespeist werden, wirken  
sich grundsätzlich in Form von unerwünschten Schwankungen  
in dem Messsignal aus.

25

Um diese Auswirkungen minimieren oder kompensieren zu  
können, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das  
digitalisierte Messsignal im Ansprechen auf ein die  
Ungenauigkeit  $\times 1$  der ersten Versorgungsspannung (VS1)  
30 repräsentierendes Spannungssignal (U) zu korrigieren.  
(Figur 2)

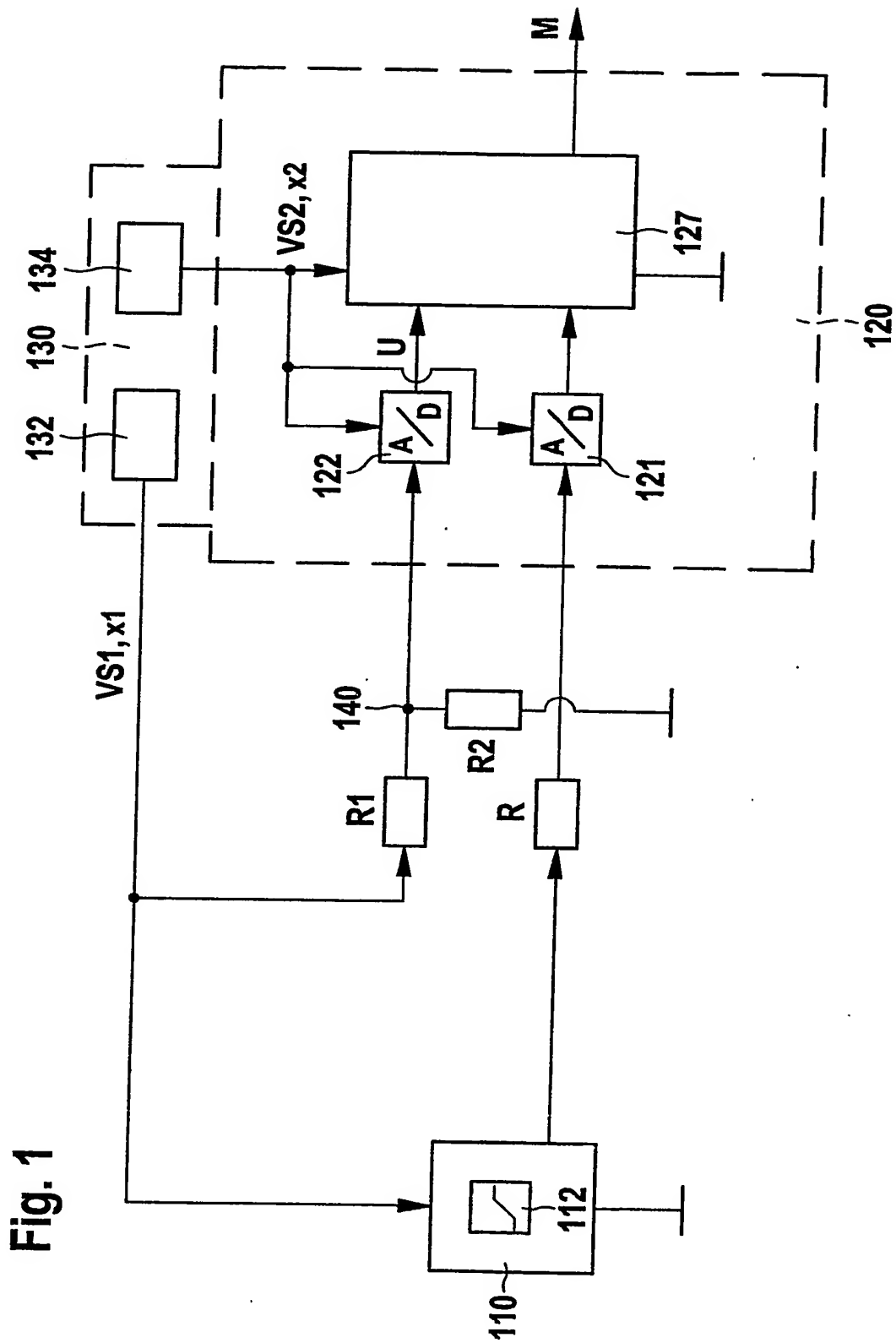
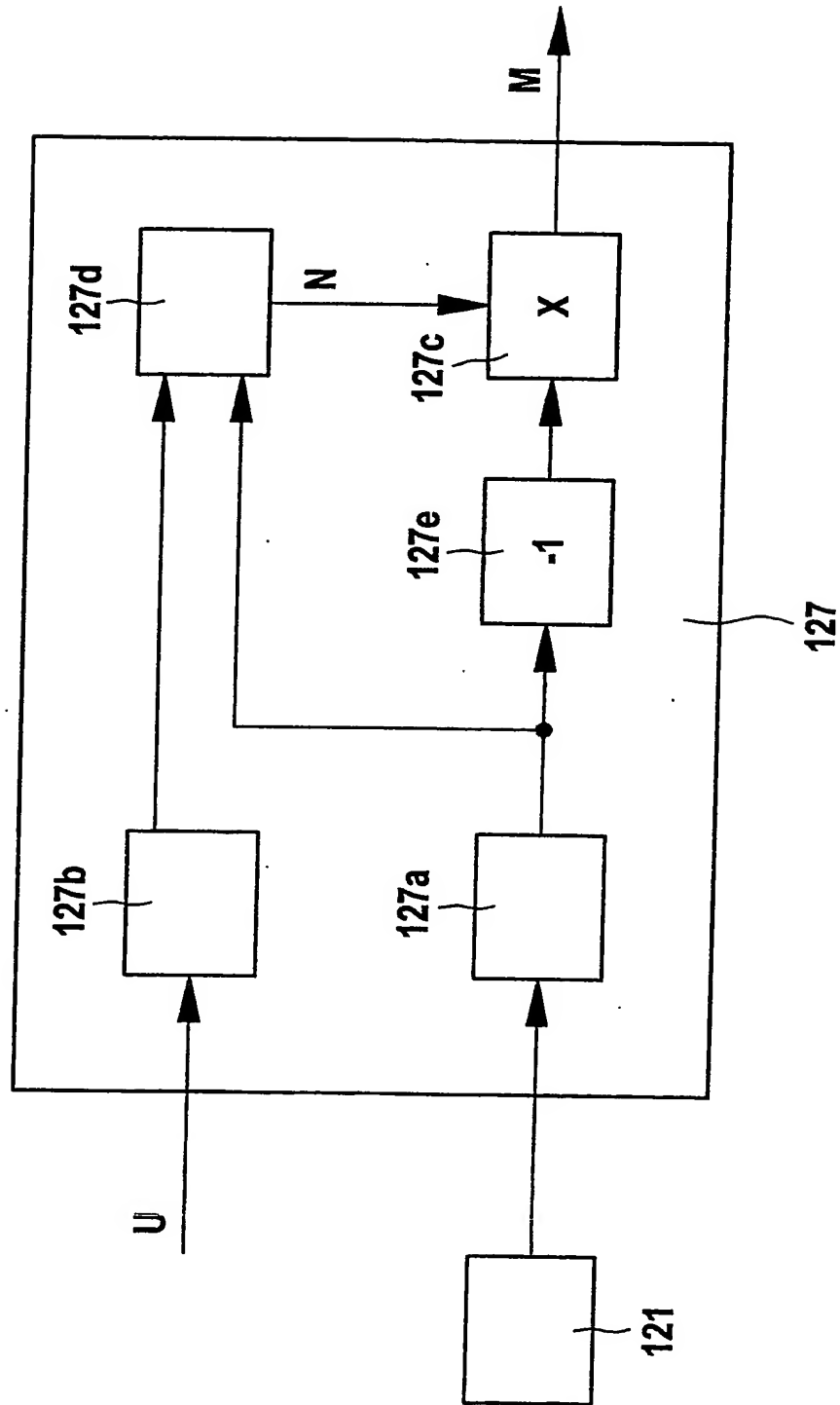


Fig. 2



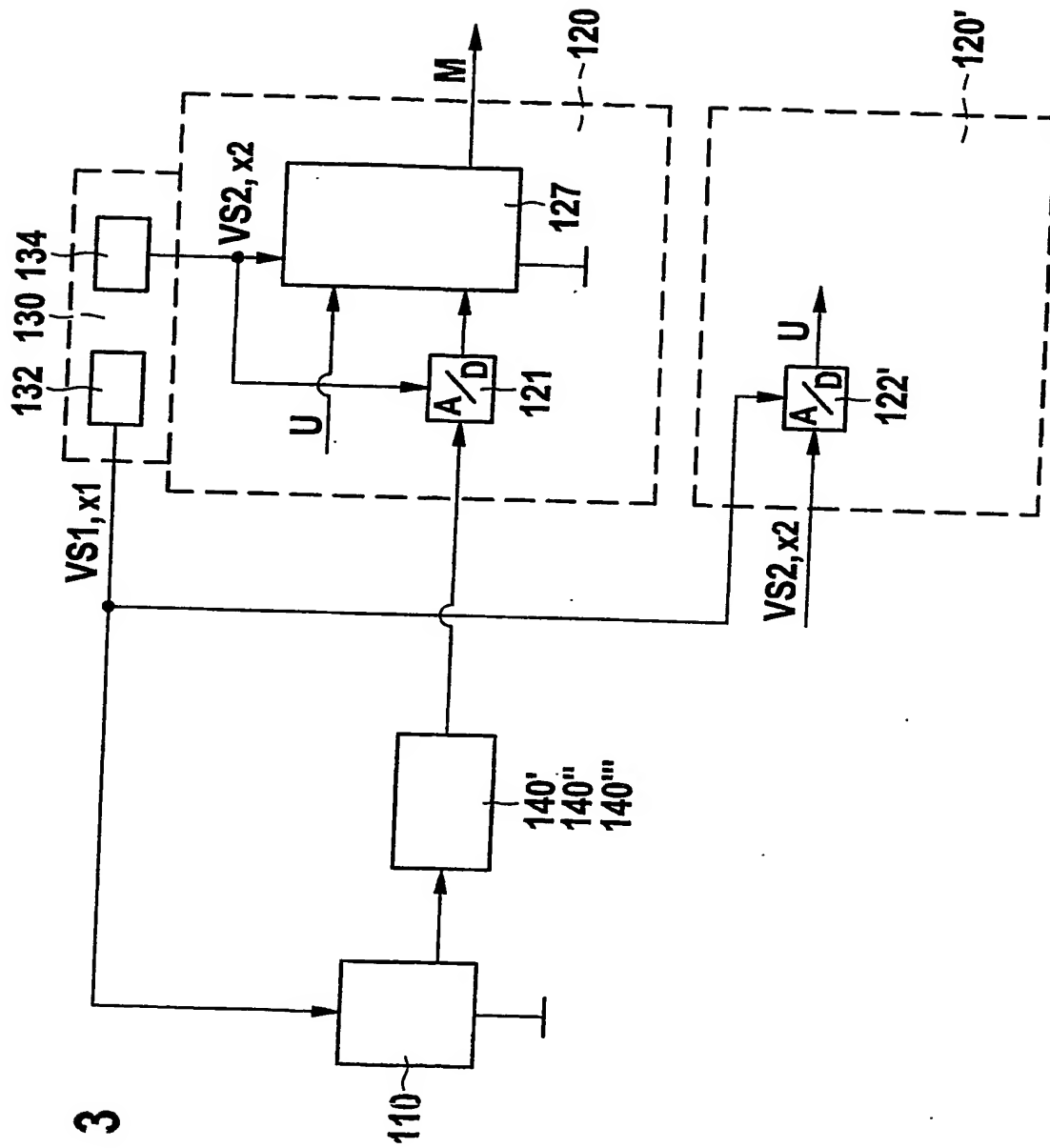


Fig. 3



Fig. 4a

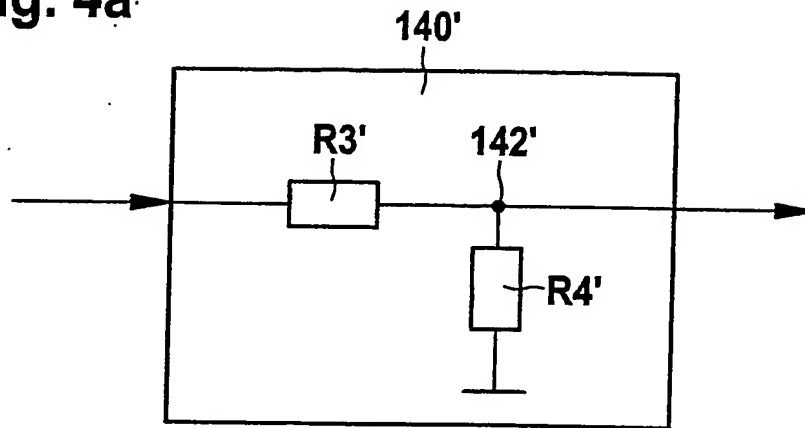


Fig. 4b

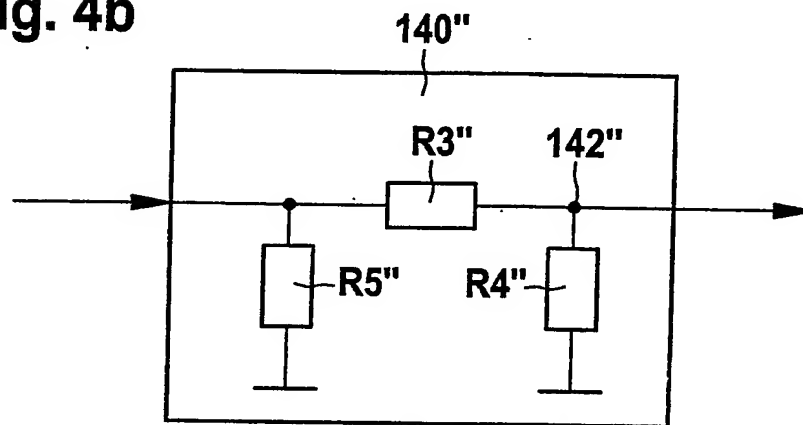


Fig. 4c

